Tech 1917

Neue

Erfindung!

Glas

ohne jede Gefahr des Mißlingens

zu sägen,

und auf leichte Weise (ohne Diamant und kostspielige Vorrichtung) zu trennen, nebst einer Anweisung, auf leichte Art die größesten und kleinsten Löcher durch Glas zu bohren, dasselbe zu schleifen, zu ätzen, zu kitten, an der Lampe zu blasen, zu schmelzen, zu biegen ꝛc.

Für Chemiker, Physiker, Glaser, Mechaniker, Uhrmacher, Galanteriearbeiter, Tischler ꝛc.

von

F. O. K. Schulz.

Mit erläuternden Abbildungen.

Dritte sehr vermehrte Auflage.

Preis ½ Thlr.

Prenzlau, 1856.
Carl Vincent's Buchhandlung.

Geöffnete Exemplare werden nicht zurückgenommen.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Google

Bayerische Staatsbibliothek München

Ueber meine Erfindung des Glassägens im Allgemeinen.

Wer etwas dazu beitragen kann, die mancherlei Gegenstände aus dem überaus spröden Glase zu den vielen Bedürfnissen des Lebens und der Wissenschaft besser zu behandeln, darf immer, denke ich, damit hervortreten. Ich that dies vor einem Jahre mit meiner Erfindung: Glas auf eine leichtere Weise und durchaus sicher zu trennen. Das Werkchen — ich gestehe es — war in zu gedrängter Kürze verfaßt und konnte weniger für den ganz Unerfahrenen in derlei technischen Handhabungen gelten, als es doch meine Absicht war; denn für eigentliche Techniker wäre nur das Glassägen und vielleicht eine bessere Verfahrungsart des Glasbohrens etwas Neues gewesen; diesen sind auch wohl die umfassenderen Werke von Leng: die Glasfabrication, von Schreiber: die Glasblasekunst und Dr. Fricks physikalische Technik oder Anleitung zur Anstellung physikalischen Versuchen zur Herstellung auch solcher Apparate, welche verschiedene Manipulationen des Glases erfordern, zugänglich. Wenn ich glaubte, den letzteren durch meine Erfindung etwas in gedrängter Kürze mitzutheilen, das ihnen nützen könne, so habe ich vielleicht alle diejenigen nicht genug berücksichtiget, die nicht im Besitz solcher umfassenden Werke, doch von den auf dem Titel dieses Buches verheißenen Belehrungen zur besseren Ausführung mehr erwarteten. Dies soll in dieser Auflage geschehen. Zugleich ist neu hinzugefügt das Glasätzen und Glaskitten ꝛc. Daß mein Verfahren des Glassägens ꝛc. leistet, was

Digitized by Google

es verspricht, habe ich oft und vor Zeugen bewiesen. Einen nicht geringen Vortheil gewährt es hoffentlich, daß es im hohen Grade einfach ist, also, daß die Erfindung bei Manchem als eben wenig überraschend nnd selbst dadurch unbedeutend erscheinen könnte — das ist freilich bei vielen Erfindungen und Entdeckungen der Fall und eben kein Vorwurf; ich habe Sicherheit des Trennens auf einer genau bezeichneten Stelle versprochen, und das leistet mein Verfahren, ohne in den meisten Fällen auch das geringste Glattschleifen nöthig zu haben. Eine Methode, die dies immer sicher leistet, ist mir wenigstens nicht bekannt. Ferner zeige ich sehr erleichtert das Bohren großer und kleiner concentrischer Löcher durch Scheiben und Flaschen durchaus sicher. Was bei letzterem, wie sie Apotheker und Chemiker gebrauchen, wegen des mangelnden Gegendrucks seine Schwierigkeiten hatte. Somit wünsche ich dieser neueren Auflage die trotz des vierfachen Umfanges doch nur einen mäßig erhöhten Preis beansprucht, dasselbe Glück der ersten und mir auch darin eine wohlwollende Beurtheilung, daß das Werkchen mit seinem wesentlichen Inhalt verschlossen erscheint, da derselbe größerntheils der Art ist, daß man das Verfahren auch schon bei aufmerksamer Durchsicht kennt; mir aber ein gerechter kleiner Lohn dafür um so weniger mißgönnt werden kann, als ich den Vorwurf der Charlatanerie nach der Beurtheilung Billigdenkender durchaus nicht zu befürchten habe.

Von der Natur des Glases.

Das Glas ist nicht allein in Hinsicht seiner Farbe, Härte, Sprödigkeit sehr verschieden, sondern, je nachdem seine Bestandtheile sind, auch von leichterer Schmelzbarkeit.

Bekanntlich entsteht Glas aus dem Zusammenschmelzen von Sand, (Kieselerde) und Alkalien. In wiefern nun das Eine oder Andre seiner Menge nach vorherrscht, oder ob Kalk oder Bleioxyd beigemischt sind, ändert sich die Beschaffenheit des Glases.

Wir merken uns für unsre Zwecke besonders die mehr oder weniger leichte Schmelzbarkeit, Härte und Sprödigkeit desselben. Leicht schmelzbar ist besonders das französische, sogenannte Natronglas.

Digitized by Google

überhaupt erhält das Glas durch einen Zusatz von Bleioxid leichtere Schmelzbarkeit und weniger Härte; es verliert indeß dadurch mit der Zeit etwas von seinem Glanz. Die verschiedenen Grade der Sprödigkeit richten sich im Allgemeinen nach seinem mehr oder weniger stufenweisen Abkühlen.

Bekanntlich wird das Glas durch bedeutende Hitze roth- und weißglühend; ja durch gesteigerte Hitze tropfbarflüssig. Erkaltet ein solcher Glastropfen im kalten Wasser plötzlich, so bildet er den sprödesten Körper, der bei der geringsten Erschütterung seiner Theile in Staub zerfällt. Aehnlichrs geschieht bekanntlich bei den ebenfalls plötzlich abgekühlten sehr dünnen Bologneser Fläschchen. Dahingegen verliert das in Kühlöfen gehörig langsam abgekühlte Glas einen so bedeutenden Theil seiner Sprödigkeit, daß sogar dünnes Tafelglas einen ziemlichen Grad von Elasticität erhält. (Ebenso bei den sogenannten Glastrompeten.) Im Allgemeinen ist anzunehmen, daß dickeres Glas sich schwerer und ungleicher abkühlt als dünnes; jenes bleibt daher unter gleichen Umständen der Abkühlung spröder als dieses. Dünne Glasfäden haben z. B. eine bedeutende Elasticität, so, daß ihrer mehrere zusammengenommen sich flechten lassen ꝛc. Bekanntlich sucht man zuweilen die Sprödigkeit, also das leichte Springen bei Lampencylindern, dadurch zu mindern, daß man letztere in Wasser, das zum Sieden gebracht wird, steckt und dann darin langsam abkühlen läßt. Siedendes Oel wirkt übrigens noch besser.

Das Glasbohren.

Das Glasbohren ist für viele Techniker Bedürfniß und doch in seiner leichtesten Ausführung nicht so allgemein bekannt. Man pflegt jetzt Glasplatten in den elegantesten Zimmern an die Thüren zu schrauben, um in der Gegend, wo dieselben angefaßt werden, die Farbe sauber zu halten. Solche kleine Löcher bohrt man am besten mit einem wohlgehärteten Stahlstift, dessen Spitze unter einem Winkel von 60 Grad dreieckig angeschliffen ist. (Eine gut angeschliffene Feilspitze ist zu gebrauchen.) Man befeuchtet die Spitze nur mit Terpentinöl. Wer sich nicht einer Drehbank, worin der Bohrer recht

Digitized by Google

ſicher gehen muß, bedienen kann, wird auch mit dem Bogen, deren ſich die Uhrmacher zum Bohren bedienen, daſſelbe leiſten. Nur muß man darauf ſehen, daß der Bohrer gut abgerichtet iſt, (daß ſeine Spitze genau in einen Punkt geht.) Damit er zuerſt beſſer wirkt, macht man mit der Spitze einer engliſchen Feile oder in Ermangelung eines Diamants mit einem ſcharfen Feuerſteine an der Stelle, wo das Loch ſein ſoll, einen matten Punkt, hält dann beim Bohren des Tafelglaſes und überhaupt, wo es angeht den Finger auf der entgegengeſetzten Seite mit mäßigem Druck. Merkt man den Durchbruch der Spitze, ſo iſt langſameres Drehen und ſchwächeres Drücken nöthig. Wenn das Loch nicht etwa koniſch ſein ſoll, ſo kann man darauf den Bohrer von der andern Seite wirken laſſen.

Man kann in ſolche Löcher mittelſt guter ſtählerner Schrauben ein Gewinde machen, wenn man dem Terpenthin etwas Kampfer zuſetzt und ſie damit ſtark anfeuchtet; während anfangs eine Schraube gewählt wird, die nur ſehr wenig greift, nimmt man nach und nach ſtärker greifende. Mit einiger Vorſicht fühlt man bald wie weit man gehen darf; natürlich iſt das Hinein- und Herausdrehen behutſamer und öfter zu wiederholen als beim Metall. Bei Löchern von zwei bis drei Linien im Durchmeſſer, wählt man ſtatt eines Stahlſtiftes einen Stift von Kupfer, der nicht ſpitz zu ſein braucht. Man bohrt aber damit mit Smirgel, der mit Oel zu Brei gerührt iſt.

Ein ſolcher Kupferſtift würde, ſelbſt wenn auch die Stelle, wo er wirkſam ſein ſoll, gehörig vorher matt gemacht iſt — ähnlich wie beim Bohren mit dem Stahlſtift angegeben worden — ſehr unſicher alſo auch wirkungslos gehen; daher kitte*) man auf das Glas ein Korkplättchen von der Dicke eines Viertelzolles und $^3/_4$ Zoll Durchmeſſer; darin mache man bis auf den Grund des Glaſes, ſo daß alſo auch der Kitt an der Bohrſtelle entfernt wird, genau ſo groß als der Kupferſtift. Es wird dann letzter nicht allein ſicherer gehen, ſondern ſich auch der Smirgel-Brei wirkungsvoller zuſammenhalten. Auch hier iſt, wenn das Loch ohne den geringſten

*) Welches Kittes man ſich dazu am beſten bedient S. unter Glaskitten.

Seitenbruch gelingen soll, das Umkehren beim Tafelglase gut; man darf dann nur das Korkplättchen genau auf die entgegengesetzte Seite befestigen. Da man bei Hohlglas, Flaschen, Cylindern ꝛc. selten mit der Hand von innen den so nothwendigen Gegendruck geben kann, so suche man sich den innern Durchmesser des Gefäßes an der Stelle, wo gebohrt werden soll, (einige Versuche ergeben denselben bald). Von der Länge des Durchmessers bringe man durch den Hals der Flasche ꝛc. ein Hölzchen, so dick als es derselbe erlaubt, nachdem man vorher auf beide Enden lederne Platten gekittet hat, und richte es mittelst eines Fadens an der zu durchbohrenden Stelle in die Quere. Wenn man diese Vorrichtung nicht machen will, oder machen kann, ist besonders zur Zeit des Durchbohrens größere Vorsicht nöthig.

Fast noch leichter sind die größeren Löcher auf folgende Art zu bohren. Man nehme einen breiten kupfernen Ring von der Größe, wie das Loch sein soll, schlage ihn auf ein Holz, so daß er noch einen halben Zoll vorsteht, richte ihn gut nach innen und außen rund gehend in der Drehbank ab. Dann befestige man auf dem Glase, wo das Loch gebohrt werden soll, auch ein Korkplättchen, wenige Linien dick, mit dem angegebenen Kitt entweder genau so groß und rund wie das innere des Ringes, oder was noch sicherer ist, man wähle eine größere Korkplatte und durchschneide sie mit dem Ringe, entferne bis auf das Glas jeden Widerstand sorgfältig und fülle den Einschnitt mit dem Gemisch von Smirgel und Oel. Als Gegendruck halte man hinten an der Glasplatte — bei Hohlglas bedient man sich auch hier der vorhin beschriebenen Vorrichtung zum Gegendruck — ein Brettchen und drücke, wenn der Ring bald durchkommen sollte, mäßiger, es wird dann ohne Schaden herausgeschnitten; auf diese Weise kann man sich auch zirkelrunde Glasstücke verschaffen. Auch mit dem vorhin genannten Bogen läßt sich das ausführen, wenn man zum sicheren Gegenhalten denselben von anderer Hand regieren läßt.

Digitized by Google

Das Glasschmelzen, Glasblasen, Glasbiegen etc. an der Glasbläser-Lampe.

Zu vollständigerer Glasschmelzung, behufs der sehr interessanten kleinen Glasbläserei, wie sie von farbigen Glasstangen und Röhren von dem französischen Natron-Glas Künstler des Fachs ausführen, gehört schon zum Gebläse ein Blasebalg, der anhaltend durch eine matallene Röhre einen gleichmäßigen Luftstrom giebt und die Flamme einer Lampe mit dickem Dochte zu größerer Hitze verstärkt. Der Blasebalg, gewöhnlich unter einem Tische angebracht, auf welchem, wie ein kleiner Blechkasten, sich die Lampe befindet, wird mittelst eines Trittes in Bewegung gesetzt.

Zu kleinen Schmelzungen genügt wohl das unter Fig. 3 dargestellte verbesserte-Blaserohr; noch vollkommener aber die unter Fig. 4 abgebildete Lampe mit eigenem Gebläse und verstärkter Flamme. In einer metallenen hohlen Kugel*) a. befindet sich eine metallene Röhre b. c., welcher vor einer sich unter der Kugel befindlichen Lampe wie ein gewöhnliches Blaserohr endet. Die Kugel wird, nachdem man den luftdichtschließenden Pfropfen d. herausgenommen hat, mit Alkohol etwa bis a. gefüllt und dann wieder verschlossen. Wird sie durch die unten befindliche Lampe erhitzt, so verwandelt sich der Alkohol in Dampf, strömt über die Flamme und verstärkt sie.

Zu Glasbläsereien größerer Art wählt man besser einen Blasebalg der am Tisch so befestigt wird, daß er mit dem Fuß durch einen Tritt in Bewegung gesetzt werden kann. Diese Einrichtung dient dann auch zum Schmelzen (ist überhaupt für die Technik beim Löthen, Glühen, Härten ꝛc. der Metalle zu gebrauchen). Da man nicht immer einen Orgelbauer zur Hand hat, welcher dergleichen Blasbälge macht, so mag hier eine kleine Anleitung zur Anfertigung derselben folgen.

---

*) Die Form ist gleichgültig; Hauptsache ist, daß man das Untergestell so einrichtet, daß die Flamme gut auf den Spiritusbehälter wirkt und zugleich das Blaserohr in die Flamme gut trifft. D. V.

Digitized by Google

Man wähle zwei Bretter ½ Zoll dick, 2 Fuß lang und 1 Fuß breit, und ein drittes ¾ Zoll dick, 2 Fuß 4 Zoll lang und 1 Fuß breit. Dies dritte nimmt man zum Mittelbrett. (S. Fig. 5.) Alle drei Bretter beklebt man zur besseren Luftdichtigkeit mit Papier. Das mittlere und das untere wird in der Mitte mit zwei viereckigen Löchern versehen, jedes 2 Zoll lang und 1 Zoll breit und 1 Zoll weit getrennt. Auf diesen Zwischenraum leimt man ein Stück weißes Schafleder mit der Fleischseite, so groß, daß es noch über beide Löcher reicht. Auf dieses Leder leimt man dann grade über den Löchern und auch ein wenig überreichend zwei Klötzchen als Ventile von gut trockenem Holze, so dick, daß die Decke darüber, wenn die Falten zusammenfallen, noch etwas darauf drückt. Durch das Mittelbrett brennt man noch zwei Löcher an der Seite, die vorn kommt und zwar in der Mitte des Randes einige Zoll tief, welches Loch da, wo es endet, dann von dem zweiten im Innern des oberen Theils des Blasbalges getroffen wird. (S. Fig. 5 bei a b). Zu den Falten wählt man entweder dünne Brettchen, die auch mit Papier überklebt werden, oder Pappe; letztere kann in der Mitte ganz bleiben, nur müssen die Falten nicht dicht zusammenreichen, weil sie an den Enden mit Schafleder so verbunden werden, daß sie sich gut zusammenlegen können. Am Windschöpfer sind die beiden Seitenfalten keilförmig. Wenn die Falten unter sich verbunden und gut luftdicht befestigt sind, so werden sie auf die Bretter ebenfalls mit Schafledersteifen geleimt, doch so, daß von dem Mittelbrett der Länge nach an beiden Seiten 2 Zoll übrig bleiben, um den Blasebalg damit in eine Nute unter dem Tische einzuschieben und zu befestigen. (S. Fig. 6). Der Schöpfer wird da, wo das Gelenk ist, mit einem Streifen guten Rindleders erst fest angeleimt und dann genagelt. Damit der Windsammler sich nicht zu sehr nach oben ausdehnen, giebt man ihm an jeder Seite auch wohl einen Zügel, doch können diese fehlen, wenn Druckfedern oder Gewichte (etwa ein Stück von einer gußeisernen Platte) die äußerste Ausdehnung hemmen. Ein Gegendruck letzterer Art ist nöthig, um einen starken Luftstrom zu erzeugen. In das Seitenloch des Mittelbrettes steckt man luftdicht ein Rohr von Blech oder Blei; das aber nach der Lampe hin einige Zoll von Kupfer hartgelöthet einen An-

Digitized by Google

satz hat, in welchen die komisch zugehende Spitze mit kleiner Oeffnung eingeschroben wird. Je nachdem man einen großen oder kleinen Feuerstrahl gebraucht, muß man Spitzen mit verschiedener Oeffnung einschrauben.

Physiker bedienen sich am liebsten der Weingeistlampe, und sie genügt für ihre Arbeiten wohl meistentheils. Als ganz vorzüglich wirksam empfiehlt Dr. Mohr in Dingler's polit. Journal B. 128, Heft 3, Seite 191 den mit Therpenthin gesättigten Weingeist oder Holzgeist; er zieht letztern vor, weil er noch mehr Therpenthinöl auflöst als Weingeist und der Preis geringer ist. Er erzielt durch Anwendung heißer Luft beim Gebläse einen viel höheren Hitzengrad, indem er ein Kupferröhrchen von 7—8 Millimeter äußern Durchmesser und 1½ Millimeter Wandstärke so biegen läßt, wie es Fig. 7 dargestellt ist. Der Docht aus geraden Baumwollfasern ist in einen hohlen Argandschen Brenner gezogen. Ein Versuch meinerseits hat die Vorzüglichkeit dieser Einrichtung bestätigt. Glasbläser, die anhaltend und oft mit großem Feuer arbeiten, wählen aber der Wohlfeilheit wegen Brennöl, oder auch Schweinefett. Eine solche Lampe bildet einen blechernen länglichten Kasten mit einen Deckel, an dessen Ende die Dochtröhre sich mit dem aus losen baumwollen Fäden leicht in zwei Zöpfen geflochtenen Docht befindet, in dessen Mitte das Blasrohr genau geleitet wird. (S. Fig. 6).

Bevor man sich vor die Lampe setzt, legt man sich die nöthigen Werkzeuge zur Hand; diese sind: eine Scheere, eine Zange mit platten Backen, eine dreikantige, englische Feile und einige Eisenstäbchen; dann richtet man recht sorgfältig eine Flamme, die mit der Scheere von allen ungleichen Nebentheilen entfernt worden ist, und regiert mit dem Fuß den Blasebalg, aus dem die Luft nur gleichmäßig und in gehöriger Stärke fließen darf. Darauf hält man mit beiden Händen die Glasröhre wagerecht etwa zwei Zoll von der Flamme entfernt. Ist das Glas in seinen Wänden besonders dick, so ist sie noch etwas entfernter in dem heißen Luftraum, der der unmittelbar hinter der Flammenspitze sehr heiß ist, zu halten, während dessen man sie dreht. Ist die Röhre so nach und nach

Digitized by Google

auch etwas über die Theile hinaus erhitzt, wo sie glühend gemacht werden soll, dann bringt man die Flamme darauf; hat aber recht gleichmäßig mit beiden Händen zu drehen, damit sich der glühende Theil der Röhre nicht selber drehe. Ist die Stelle kaum rothglühend, so kann man sie schon behutsam *biegen*; ist sie vollkommen rothglühend — zu einer dünnen Röhre fast bis zu einer Spitze *ausziehen*. Will man an der glühenden Stelle die Röhre *erweitern*, so hält man das eine Ende zu und bläset in das andere; natürlich, indem man die Röhre aus dem Feuer nimmt, je gleichmäßiger die Erhitzung war, desto regelmäßiger wird das Erweitern. Mann hüte sich dabei nicht stärker hineinzublasen als namentlich dünnes Glas vertragen kann, merke sich auch, daß das Glas aus der Flamme entfernt sobald verkühlt, daß öfteres Blasen nicht mehr hilft, und daß also dann aufs neue Erhitzung nöthig ist. Endlich muß man beim Blasen den feuchten Hauch möglichst vermeiden; mit feuchten Röhren gelingt die Arbeit nicht, auch ist die Feuchtigkeit schwer heraus zu schaffen. Will man auf die eben beschriebene Weise eine *Kugel blasen*, so wird die Regelmäßigkeit derselben selbst bei recht gleichmäßiger Erhitzung nur dadurch hergestellt, daß man auch vom anderen Ende der Röhren bläset. Auch wenn die Kugel am Ende sein soll, verfährt man wie vorhin, vorausgesetzt, daß die Röhre lang genug ist, und entfernt den übrigen Theil durch Ausziehen; was dann noch stehen bleibt, nimmt man mit einem angeschmolzenen Glasstäbchen hinweg. Ebenso verfährt man beim *Zuschmelzen* der Glasröhren. Sollte das am Ende geschehen und also das Ausziehen nicht angehen, so muß dort nach erfolgter Erhitzung ein Aufstauchen oder zusammendrücken mittelst eines platten Eisens und Abziehens eines Glasstäbchens und mäßiges Hineinblasen die richtige Form gegeben werden. Durch ein solches Aufstauchen, wodurch sich die Glasmasse am Ende verdickt, läßt sich dann, wie wohl schon schwieriger eine Kugel anblasen. Hat man Röhren — mittelst eines Feileinschnittes und mit beiden Händen mehr ziehend als brechend getrennt, so sind die Enden scharf und ungrade, dies läßt sich an der Flamme, die den Rand, indem man dreht treffen muß, leicht glatt machen, man kann dabei,

Digitized by Google

wenn es gewünscht wird, die Röhre leicht verweitern, indem man sie dreht und einen Eisendrath inwendig an dem Rande hält.

Beim Zusammenschweißen zweier Röhren erweitert man beide Enden und erhitzt sie, indem man sie zusammen hält und dreht. Haben sich die Theile vereinigt, und ist ein Verengen oder Zusammensinken an der erhitzten Stelle bemerkbar, dann bläst man leicht hinein, um der Röhre die rechte Gestalt zu geben. Bei Röhren von ungleichem Durchmesser ist die eine entweder zu erweitern oder die andere zu verengen.

Soll auf der Seite einer Röhre eine andere angeschweißt werden, so leitet man die Stichflamme, nach gehöriger Erwärmung der Gegend wo die Röhre angesetzt werden soll, auf einen Punkt, bläset hinein, so daß ein Loch entsteht, sind die Ränder nach dem Umfang der anzusetzenden Röhre genug aufgetrieben, dann erhitzt man auch die letztere und schweißt sie an, indem man sie durch mäßiges Hineinblasen oder Ausziehen regelt. Auf die eben beschriebene Weise werden auch Löcher in Röhren geblasen, die, wenn sie sehr fein sein sollen mit der angesetzten Röhre durch Ausziehen beliebig verengt werden können. Man kann in dünnwändigen Röhren auch durch luftdichte Verstopfung beider Enden dadurch ein Loch erhalten, daß man die Stichflamme auf den zu öffnenden Punkt hält. Die erhitzte Luft öffnet dann die Röhre von selbst.

Eine Erhöhung um die Röhre (ein sogenannter Wulst) wird erzielt, wenn man nach gehöriger Erhitzung der Stelle, wo dieselbe sein soll, die Röhre zusammen schiebt; dies muß jedoch recht allmählig und drehend geschehen. Will man das eine Ende einer Röhre trichterförmig haben und zwar so bedeutend, daß ein Erweitern mit einem Eisenstäbchen nicht genügt, so bläst man eine Kugel, die nach dem einen Ende hin konisch, nach dem andern abgeplattet gestaltet ist. Dieser letztere Theil wird durch größere Erhitzung und Abziehen hinweg geschafft, und der Rand zum Trichter dann wohl geebnet.

Hat man durch Uebung und Versuche — diese sind natürlich wie in jeder Kunst zum endlichen Gelingen ausdauernd nöthig — die vorstehenden Arbeiten ausgeführt, dann ergeben sich für den

Digitized by Google

nachdenkenden Arbeiter viele andere von selbst. Gutes leichtflüssiges Glas, Geduld und Vorsicht und eine gewiße schnelle Gewandtheit führen bald zu erfreulichen Resultaten.

Leichter auszuführen ist schon das

Glasbiegen.

Physiker, Apotheker ꝛc., die oft gekrümmte Glasröhren gebrauchen, biegen diese schon über einem Kohlenfeuer. Dabei ist die immer empfohlene Vorsicht der allmähligen Erwärmung zu beobachten. Es muß dann die Biegungsstelle, indem die Röhre mit beiden Händen gedreht wird, gleichmäßig die rothe Glühhitze erhalten; man fühlt dann mit leisem Druck bald heraus, wie weit man die Schenkel der Röhre sich nähern lassen darf. Am Blaserohr lassen sich die kühnsten Biegungen auf ähnliche Weise ausführen, nur muß man den rechten Zeitpunkt der Hitze wahrnehmen, da ein Zuviel die Biegung leicht verbiegen kann. Aus dem beim Glasblasen bereits Gesagten, wird man sich auch hier zu helfen wissen. Biegungen am Ende wird man am Besten durch Anschweißung einer Hülfsröhre erzielen.

Das Glasschleifen.

Das Glasschleifen, wie es etwa der Physiker gebraucht, um entweder mattgeschliffene Glasplatten zu haben, scharfe Kanten zu ebnen, oder Stöpsel in Flaschen luftdicht einzuschleifen, geschieht mit Sand und Smirgel.

Das Mattschleifen der Platten und Runden der Kanten geschieht zunächst auf einer gußeisernen möglichst ebenen Platte (wie sie oft zu Kochöfen vorhanden ist) mit feinem gleichmäßigem Sand und Wasser.

Soll der Schliff, wiewohl oft auf Platten nicht blos matt, sondern recht fein und eben sein, so wählt man statt Sand, mehrmals in Wasser geschlämmten Smirgel. Man dreht dabei die schleifende Platte, in verschiedene Richtungen. Es gelingt das Feinschleifen noch vorzüglicher, wenn man eine Glasplatte auf der andern schleifen kann, vorausgesetzt, daß beide eine ganz horizontale

Digitized by Google

Fläche haben. Auch bei einem Glasrand, der luftdicht (wie bei der Glocke der luftpumpe) schließen soll, genügt Sand und grober Smirgel nicht.

Das Stöpseleinschleifen mit Smirgel und Wasser und zuletzt Schmirgel und Oel geht, wenn man das Drehen des Stöpsels nur mit der Hand ausführt, etwas langsam. Weit schneller führt man es an der Drehbank aus, indem man den Stöpsel in ein Klemmfutter gut rundgehend zwängt, ihn mit einem Brei von Smirgel und Oel versieht und die Flasche mit mäßigem Druck darauf schiebt. Auch mit dem den Stöpsel schnell herumdrehenden Bogen geht die Einschleifung schnell. Ob der Schluß probehaltig ist sieht man schon daran, daß am Stöpsel und in der Flasche der Schliff gleichmäßig ist.

Das Glasätzen.

Statt des etwas mühsamen Glasschleifens, kann man sich auch der Flußspathsäure zum Mattätzen des Glases bedienen; es erscheint letzteres mit einem silberartigen Glanz, wohlgeeignet um Räume, die ein mildes Licht haben sollen damit zu schmücken. Außerdem lassen sich Schrift, Figuren, selbst Zeichnungen von Landschaften mit leichter Mühe einätzen.

Ist das Glas wohlgereinigt, so zeichnet man mit einer Wachsauflösung in Terpentin auf dasselbe die Figuren, Arabesken ꝛc., die von der Aetzung frei, also glänzend bleiben sollen auf die eine Seite der Glastafel, während man die andere Seite, welche etwa die Außenseite bilden wird, ganz mit der vorhingenannten Auflösung deckt. Nachdem es getrocknet ist, was sehr schnell geschieht, taucht man die Tafel etwa eine Minute lang in Flußspatsäure, hebt sie dann heraus und reiniget sie durch Lauge oder Terpentinöl.

Will man sich dazu die Flußspathsäure selbst bereiten, so nehme man reine Flußspathkristalle, pulverisire sie ganz fein und vermische hiervon in einem bleiernen Gefäße einen Theil mit einer vorher erkalteten Mischung von 1 Theil Schwefelsäure und ½ bis ¾ Theil Wasser, (die Mischung muß nicht mit einem Male, sondern nach und nach geschehen) übergießt damit die Glastafel und läßt sie in mittlerer Temperatur 12 Stunden stehen.

Digitized by Google

Es entstehen hierbei einige flußspathsaure Dämpfe, denen man, weil sie für die Lungen nachtheilig sind, ausweichen muß.

Um Zeichnungen, Landschaften ꝛc. in Glas zu ätzen, kann man es auch wie bei Aetzung einer Kupfertafel zu Kupferabdrücken behandeln, d. h. man deckt die Glastafel mit Aetzgrund (indem dieselbe erwärmt wird überzieht man sie mit Wachs, dem etwas Terpentin zugesetzt wird) zeichnet dann die darüber gelegte Zeichnung durch Nachziehung der Umrisse derselben auf das Wachs und radirt diese dann hinein bis auf das Glas, umgiebt die Glastafel mit einem höheren Wachsrand, streut das feine Flußspathpulver über die Zeichnung, gießt jene Schwefelsäure-Verdünnung darüber und deckt die Platte mit einem hölzernen Brettchen gut auf dem Wachsrand zu. Diese Aetzung durch Dämpfe wird etwas rauher, als wenn man Flußspathsäure darüber gießt.

Das Glaskitten.

Physiker kitten Metall oder Holz in der Regel mit Siegellack oder Schellack, wobei die Vorsicht gilt, das Glas vorher zu erwärmen. Wenn nicht eben bedeutende Haltbarkeit für die zu kittende Gegenstände erfordert wird, oder wenn gar, wie bei Electrisirmaschinen und deren Zubehör, zugleich das Isoliren mit dem Befestigen beabsichtigt wird, so mag jene Verkittung genügen; bindender ist schon Schellack, dem ⅙ Wachs und ⅙ Terpenthin im geschmolzenen Zustande zugesetzt sind. Man erwärmt dabei das Glas und Metall und preßt, nachdem der mäßig heiße, flüssige Kitt aufgetragen ist, beides zusammen. Einen Kitt zu ähnlichen Zwecken geben auch 4 Theile Colophonium, 1 Theil Wachs und 1 Theil geschlämmten Ziegelmehls. Um metallene Fassungen oder Beschläge auf Glas zu kitten nimmt man auch frischen Käse mit ⅛ bis ¼ gebrannten ungelöschten Kalk, wohl durcheinandergerieben. Auch kann Eiweis die Stelle des Käses vertreten. Um Metallbuchstaben auf Glas, Holz, Steine zu befestigen, dient ein Kitt aus: 15 Thl. Copalfirniß, 5 Thl. Leinölfirniß, 3 Thl. rohen Tepenthin, 2 Thl. rectificirten Terpentinöl, 5 Thl. Tischlerleim, in wenig Wasser aufgelöst, 10 Thl. gepulv. eingelöschten Kalk. Glas an Glas d. h. auch Bruchstücke (ebenso Porzellan)

Digitized by Google

kittet man vorzüglich mit Schellack und weißem Zucker, beides zu gleichen Theilen. Kann man gebleichten, weißen Schellack nehmen, so ist die Verkittung weniger zu sehen. Nachdem beides über Feuer geschmolzen und wohl durcheinander gerührt ist, kann man sich kleine Stangen daraus zum beliebigen Gebrauch machen. Man erwärmt dann die Bruchstücke über einer Spiritusflamme und trägt von dem ebenfalls in der Flamme an einem Ende flüßig gemachten Kittmasse etwas auf die Bruchtheile, drückt sie so heiß recht genau an der richtigen Stelle zusammen bis sie ziemlich erkaltet sind.

Einen guten Kitt für ähnliche Zwecke, der aber einige Tage erst erhärten muß, während der vorhin genannte gleich nach dem Erkalten bindet, giebt auch wohl geklopfte und zerfaserte und dann in Stücken zerschnittene Hausenblase in Weingeist, zu dem etwas Essig hinzugethan ist, mittelst Erwärmens bis zur Sättigung aufgelöset.

Auch Mastix, in so viel starken Weingeist gethan, wie ihn nur eben auflöset, kittet Glas an Glas. Beide Kitte vermischt, binden noch vorzüglicher.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Das Glasſägen.

Man hat bisher kein Verfahren gekannt, namentlich Hohlglas (Glasröhren und Gefäße) ganz ſicher an einem beſtimmten Punkte glatt zu trennen. Bei meinen akuſtiſchen Verſuchen bedurfte ich oft Glasröhren von ſehr beſtimmter Länge. Alle bisher bekannte Verfahrungsarten dabei, als da ſind: mit dem heißen Löthkolben oder dem glühenden Sprengeiſen, mit einem glühenden Ring, mit einem brennenden Schwefelfaden, mit einer rotirenden Schnur, mit der Sprengkohle ꝛc., die, wenn man ſich wegen des öfteren Mißglückens bei wohlfeilen Gegenſtänden beruhigt, zwar brauchbar ſind und daher am Schluſſe dieſes Abſchnittes noch nach ihrer beſten Verfahrungsweiſe gedacht werden ſollen — genügen darum ſelten, weil ſie 1. nie ganz ſicher und 2. nie ganz glatt trennen. Das Gegentheil kann ich aber durch meine Erfindung verbürgen. — Freilich iſt dieſes Sägen des Glaſes nicht das Werk eines Augenblicks; aber es iſt dafür ſo leicht auszuführen, daß es jeder mit einiger Vorſicht leicht verrichten kann, und doch auch bei ziemlich ſtarken Röhren nur etwa eine halbe Stunde gebraucht. Man wird zwar in Glasſchleifereien mittelſt kleiner kupferner Scheiben, die ſich durch eine Vorrichtung um ihre Achſe drehen, Einſchnitte auch in Glasröhren ꝛc. machen können; aber abgeſehen davon, daß man dazu einer complicirten Einrichtung bedarf, ſo iſt das Durchſchneiden damit nicht ganz ſicher, ſchon des bedeutenden Gegendrucks wegen, und während dadurch nur höchſtens Längen-Einſchnitte von ½ Zoll auf einmal geſchehen können, wird nach meiner Erfindung über ¾ Zoll des Umringes zugleich getroffen.

Digitized by Google

Das sichere Durchsägen des Hohlglases kann auf zweierlei Art geschehen:

a. vermittelst eines Kupferdrathes,
b. vermittelst zweier schmalen Kupferplatten an der Drehbank oder mit der Vorrichtung des Treibbogens.

Mögen diejenigen, welche letztere nicht besitzen, die erste Art wählen; sie bedarf nur geringer Vorbereitung. Eine horizontale Befestigung des durchzusägenden Glaskörpers, doch so, daß man ihn von Zeit zu Zeit ein wenig drehen kann, eine dem Einschnitte gegenüber angebrachte Feder, wozu ein Stück von einem Sägeblatt oder ein Blanchett zu dem Schnürleib der Frauen genügt, eine Rolle Kupferdrath von der Dicke einer mittleren Clavierſaite, etwas Smirgel und Oel ist Alles, was man dazu bedarf.

Die Befestigung des durchzusägenden hohlen Glas-Körpers geschieht am besten auf einem hölzernen Cylinder, der mit Werg umwickelt ist. Diesen bringt man mit dem darauf befindlichen Glase in eine solche horizontale Lage, daß er, an beiden Enden befestigt, um ½ Fuß hoch frei steht. (Siehe auf der Tafel Fig. 1.) Die dem Einschnitte gegenüber an einem Ende befestigte Feder *) mag etwa 3 bis 4 Zoll von demselben entfernt sein. Sie muß am freien Ende ein Loch haben, um den Drath durchstecken und mittelst eines Hölzchens, das durch eine Oese desselben geht, befestigen zu können. Da, wo genau das Durchsägen stattfinden soll, wickelt man zur Seite einen ledernen Riemen herum, den man durch Ueberbinden eines Fadens feststitzend macht. Dicht an dem Riemen feile man mit einer dreikantigen englischen Feile einen matten Umring; um diesen schlingt man den Kupferdrath so herum, daß mehr als ¾ des Umfanges von dem Glas-Körper berührt werden. Jetzt mische man Smirgel und Oel bis zur Dickflüssigkeit, thue ihn auf den Ring und ziehe die Drathrolle, in der Hand haltend, nach sich, die zum Gegenzug angebrachte Feder muß dann leicht zurückziehen, dies

*) Dünne Glasröhren habe ich sogar ohne Feder, mit beiden Händen die Drathenden hin- und herziehend, in einer Viertelstunde mit Eisendrath abgesägt.

Digitized by Google

so fortgesetzt, giebt schon nach wenigen Minuten eine kleine Rille, worin der von Zeit zu Zeit aufgethane Smirgelbrei besser verbleibt und also die Wirkung vermehrt. Sollte nach einiger Zeit der Drath sich zu dünn geschliffen haben und reißen, so wird er von der Rolle erneut. Zu vermeiden ist heftiges und schwankendes Ziehen. Man lasse sich übrigens nicht verleiten, bei einer Rille von geringer Tiefe schon durch Abbrechen (noch weniger durch Abschlagen des einen Theils — eher gelingt die Art zu brechen, wo man zugleich rechts und links dabei zieht) trennen zu wollen, es bleibt immer gewagt, und etwas länger sägen macht das Glattschleifen der Enden unnöthig.

Wer sich einer Drehbank bedienen kann, oder wenigstens des Treibbogens, wie ihn zum Bohren die Uhrmacher gebrauchen, hat etwas weniger Mühe, wenn er die zweite Art des Durchsägens wählt, den durchzusägenden Glas-Körper rundlaufend in die Drehbank spannt, dann zwei Kupferplatten von der Breite etwa eines Lineals, von der Dicke eines Pfennigs und von etlichen Zollen Länge so in einen Rahmen, ähnlich wie den einer Schiefertafel setzt, daß sich die eine Platte herausschieben und beim Wiederhineinschieben den durchzusägenden Glas-Cylinder ꝛc. zwischen sich nimmt und genau auf den (nach früherer Mittheilung bekannten, durch eine Feile gemachten) Umring trifft. Indem nun der Glas-Körper durch die Drehbank in Bewegung gesetzt wird, hält man, den Rahmen mit den Kupferplatten mäßig zusammendrückend, über dem mattgefeilten Umring, und macht von Zeit zu Zeit den mit Oel vermischten Smirgel darauf. Es wird nicht schwer halten, an dem Theil der sägenden Kupferplatten mittelst eines guten Metall-Kittes — (siehe unter Glaskitten) — einen halbmondförmigen Wulst anzubringen, wodurch der Smirgelbrei immer wieder dem Einschnitte zugeführt wird; man erspart dadurch das öftere Auftragen des Smirgels und die Arbeit geht schneller von Statten. Die Platten müssen da, wo sie das Glas berühren sollen, halbmondförmig — ( ) — ausgeschnitten sein. Die Größe dieser beiden Halbkreise richtet sich ungefähr nach dem Cylinder. Man thut wohl, wenn man bei etwas langen Platten sich gleich mehrere Halbkreise für größeres und kleineres Hohlglas ausfeilt. (Siehe Fig. 2.) Das

Digitized by Google

Einspannen mancher Glasgefäße kann auf der Drehbank Schwierigkeiten haben. Für den Fall läßt sich eine Kupferscheibe oder Platte, die in einem hölzernen hohlen Futter befestigt ist, und im Centrum ein etwas größeres Loch hat als der Cylinder, den man abschneiden will, auch recht wohl zum Absägen gebrauchen. Es wird dies, da man leicht $^2/_3$ des Untlings zugleich treffen kann, noch immer ziemlich schnell gehen.

Wer bei kostbaren, großen Spiegelgläsern und besonders, wenn sie beträchtlich dick sind, statt des bedenklichen Brechens nach dem Diamant-Riß und des Sprengens mit Sprengkohle ganz sicher gehen will, lege die Glastafel auf weiche, dünne Papierunterlage auf den Tisch, befestige sie darauf etwas, lege dort, wo der Schnitt kommen soll, ein Lineal darauf, das auch festliegen muß, und fahre, nachdem mit einer Feile ein matter Strich gemacht ist, mit einer solchen schmalen Kupferplatte, wie in Fig. 2., deren zwei abgebildet sind, ohne daß diese die halbmondförmigen Ausschnitte zu haben braucht, mit Oel- und Smirgel-Mischung, indem man den einen Theil des Rahmens als Handhabe behält, gleichsam hobelnd zur Seite des Lineals entlang; nachdem man eine Rille gebildet hat, kehrt man die Glas-Tafel um und verfährt auf der andern Seite ebenso. Sind die beiden Rillen auch nicht sehr tief, so bricht die Tafel gewiß sicher, wo sie soll.

Das Trennen des Tafelglases ist auch ohne Diamant selbst für mancherlei Krümmungen leicht, wenn man sich dazu der sogenannten Sprengkohle bedient. Man kann diese sich selbst anfertigen, wenn man in $^1/_2$ Pfund kochendes Wasser 1 Quentchen Tragantpulver thut, dann so viel starken Weingeist auf $^1/_2$ Quentchen Benzoepulver als zur Auflösung erforderlich ist, gießt; darauf beides mit so viel feingesiebter Holz-Kohle durchknetet, daß es eine Teichmasse wird, die sich zu kleinen Stangen, wie ein Gänsefederkiel stark, leicht rollen läßt. Diese Kohlenstifte müssen dann langsam (nicht auf dem Ofen) trocknen, und glühen, angezündet an der Spitze, fortwährend.

Mit diesem glühenden Kohlenstift geht man leise in solchen Biegungen über das Glas, in welches vorher am Anfang ein Riß mit

Digitized by Google

einer Feile gemacht ist, hin, wie man aussprengen will. Man kann die Zeichnung zur Sicherheit unter das Glas legen. Auf diese Weise lassen sich selbst Trinkgläser spiralförmig trennen. Besonders für dickeres Glas muß die Kohle zur besseren Wirkung angeblasen werden, und das hat bei anhaltenderen Arbeiten der Art seine Schwierigkeit. Ich rathe daher, dann den Kohlenstift mit einem Blaserohr der besten Art, wie ihn die Fig. 3 zeigt, so zu gebrauchen, daß er fortwährend, ohne daß beim Athemholen eine Unterbrechung stattfindet, leise die Kohle anbläst.

Wo es bei weniger kostspieligen Röhren und Cylindern auf ein unglattes und unsicheres Trennen nicht so viel ankommt, bedient man sich, wie wohl vielseitig bekannt, aber nicht immer richtig angewandt, des glühenden Sprengeisens oder auch des Löthkolbens. Es gelingt um so besser, wenn wie vorhin bei der Sprengkohle, ein kleiner Riß die rechte Richtung hat. Wo das glühende Eisen geführt ist, muß dann ein Tropfen kaltes Wasser den Sprung vollenden. Besser gelingt in der Regel das Absprengen mit einem eisernen Ring, den man sich von Drath etwa in der Dicke eines schwachen Gänsekiels, ein wenig größer als der Cylinder, biegt. Man läßt einen Stiel zum Anfassen daran, macht den Ring glühend und schiebt den Cylinder vorsichtig bis auf die abzusprengende Stelle, wo auch vorher ein Umriß geritzt werden muß. Nachdem der Ring an jener Stelle herum geführt ist, bringt, ein Tropfen Wasser darauf gethan, in der Regel das Absprengen hervor. Am unsichersten ist wohl die Art des Absprengens mit dem umwickelten und angezündeten Schwefelfaden. Eher gelingt das Trennen mit der rotirenden Schnur. Man bindet rechts und links von der Stelle, wo die Trennung stattfinden soll, Leder, Pappe oder mehrfach zusammengelegtes Papier herum. Dazwischen umschlingt man die Schnur, die an einem Ende befestigt, am andern von Jemand gehalten wird, darauf bewegt man den zu trennenden Cylinder, ihn mit beiden Händen fassend, bei ziemlich stark gespannter Schnur schnell hin und her. Die dadurch entstandene Hitze bewirkt, zumal bei plötzlichem Abkühlen durch Wasser, das Absprengen.

Es sollte mit diesen letzteren Mittheilungen die bessere Art und Weise des plötzlichen Trennens des Glases gezeigt werden; keines-

Digitized by Google

wegs kann, zumal bei der so großen Verschiedenheit in Hinsicht der Sprödigkeit des Glases, der Erfolg so sicher, wie von dem vorhin mitgetheilten Verfahren, verbürgt werden.

Von den mannigfaltigsten Versuchen, welche ich noch gemacht habe, sind einige unter Umständen, ob einem gerade diese oder jene Vorrichtung zu Gebote steht oder überhaupt zusagt, noch wohl beachtenswerth.

An der Luft oder durch Kampfer verdickter Terpenthin auf die Stelle des Glases gethan, wo gebohrt oder gesägt werden soll, hindert das Ausspringen des Glases und befördert zugleich das Trennen. Alle harte Schneidezeuge, (englische Feilen und die äußerst stark gehärteten Messer einer Schweizer-Fabrik,) selbst sägenartig geschärfte Uhrfedern wirken dann ziemlich stark auf das Glas ein. Vor allem aber ein Körper, den wir uns so leicht verschaffen können, weil er oft unbeachtet am Wege liegt — ich meine den Feuerstein. Es gelingt sehr leicht, sich durch Absprengen eine Anzahl sehr scharfer Stücke davon zu verschaffen.

Geht nun das Hohlglas an der Drehbank oder durch den Treibbogen gut rund, so hatte man, nachdem man die zu trennende Stelle mit jenem verdickten Terpenthin versehen hat, die scharfe Kante des Feuersteins (den man sich zur bequemeren Haltung in eine Klemme schrauben kann) recht sicher mit mäßigem Druck daran, und man wird nach kurzer Zeit das Ziel erreicht haben. Zu bemerken ist noch, daß wenn das Glas in entgegengesetzter Richtung als beim Drechseln geschieht, herumgedreht wird, der Feuerstein besser wirkt, da er sonst beim nicht vollkommenen Rundgehen des Glas-Körpers eher kleine Stöße erleidet, welche die Wirkung beeinträchtigen und auch Gefahr für das Zerspringen veranlassen können. Was das Befestigen des hohlen Glas-Cylinders ꝛc. auf dem hölzernen Cylinder betrifft, so wird man wohl thun, den letzteren bedeutend dünner zu wählen und die Umwickelung mit Werg oder loser Baumwolle recht gleichmäßig *) zu machen, so daß der hohle Glaskörper sich nicht

*) Nur als ich durch die immer sicheren Erfolge den Cylinder weniger gleichmäßig gehen ließ, habe ich bei zu starkem Druck mit dem Feuerstein Sprünge veranlaßt.

mit zu großer Kraftanstrengung hinaufschieben läßt. Sollte sich derselbe zu leicht umdrehen, wodurch der Feuerstein natürlich nicht wirken würde, so kann klebriges Harz, Wachs, Pech ihn auf dem Werg ꝛc. befestigen, oder man schiebt mittelst eines dünnen Spänchens an den Enden die Wattirung dichter darunter, wodurch zugleich ein besseres Rundgehen erzielt werden kann.

Auch der schärfste Feuerstein wird an der Stelle, wo er wirkt, stumpf, und muß daher (natürlich in der alten Rille, in welche mit der andern Hand von Zeit zu Zeit wieder Terpenthin gebracht wird,) wieder eine scharfe-Stelle zur besseren Wirkung angehalten werden.

Daß man, zumal dünnes Glas unter dem Wasser mit einer guten Scheere trennen kann, wurde vor Kurzem öffentlich mitgetheilt. Der Wasserdruck soll ein frisches Darauflosschneiden gestatten, mir ist's beim Versuchen nur selten gelungen, es ohne Zersplitterung zu trennen.

Wenn man nicht gerade ein zirkelrundes Loch durch den Boden einer Flasche haben will, so führt folgendes Verfahren schneller zum Ziel als das in diesem Werkchen vorhin gezeigte Bohren mit einem Kupferring.

Man nehme weichen Töpferthon oder Lehm, bedecke den Boden der Flasche auswendig eines Fingers hoch bis auf die Stelle, die durchlocht werden soll, fülle die dadurch entstandene Höhlung mit Terpenthin aus, zünde denselben an, und stoße mit einem der Höhlung entsprechenden Eisen, nachdem der Terpenthin abgebrannt ist, recht stark und plötzlich durch.

Daß man auf diese Weise auch durch flaches Glas, welches mit der zu durchbrechenden Stelle über einer Oeffnung liegt, eines guten Erfolgs zuweilen erzielen kann, soll nicht bestritten werden; nach den Versuchen aber, die ich damit gemacht habe, bleibt es immer sehr gewagt und unsicher. Das von mir gezeigte Bohren sowohl bei ebenen als gewölbten Flächen ist, wenn auch etwas mühsamer, doch immer bei richtiger Anwendung sicher — und das galt mir bei allen Versuchen, die ich mitgetheilt habe, als Hauptsache.

Digitized by Google

Druck der C. Vincent'schen Buchdruckerei in Preuglau.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Druck der G. Vincent'schen Buchdruckerei in Prenzlau.